

# A PODRIDÃO PEDUNCULAR DAS LARANJAS

Estudo estatístico sobre o emprego do borax e da tesoura

ALCIDES FRANCO.

Assistente chefe

e

CASTAÑO FERREIRA.

Ajudante do I.B.V.

A Secção de Phytopathologia, em colaboração com o Serviço de Defesa Sanitaria Vegetal, fez, recentemente a verificação do resultado da applicação de um novo processo para reduzir os prejuizos causados pela podridão peduncular das laranjas destinadas á exportação.

O experimento consistiu no emprego de uma tesoura especial para a colheita das laranjas, que foram retiradas de dez arvores, em diferentes estados de sanidade, e com idade de 9 a 10 annos.

Os fructos colhidos, que variavam de 179 a 200 por pé, foram collocados em dez caixas de exportação, sendo cada uma dellas dividida em quatro compartimentos de igual capacidade.

De 1.879 laranjas apanhadas 944 foram cortadas com a tesoura e 935 foram arrancadas á mão. Cerca de metade de cada grupo, foi tratada por um soluto de borax, e a restante não soffreu tratamento algum.

Houve, desse modo, quatro combinações diversas, a saber:

Grupo I — Com pedunculos cortados { a — com borax  
b — sem borax

Grupo II — Com pedunculos arrancados { c — com borax  
d — sem borax

Dentre os fructos colhidos, verificou-se que 580 foram atacados pela podridão peduncular, assim discriminados:

QUADRO I

Caixas	a	b	c	d	Total
I	3	25	6	31	65
II	3	18	4	35	60
III	9	22	7	42	80
IV	5	30	5	27	67
V	5	13	5	21	44
VI	9	25	5	37	76
VII	8	25	5	32	70
VIII	6	15	5	21	47
IX	5	5	4	6	20
X	3	15	2	31	51
	56	193	48	283	580

ou seja approximadamente o total de 31 % da população de individuos colhidos, atacados pela podridão peduncular.

O methodo empregado na verificação dos resultados; foi o da *analyse da variance*, (\*) que tem a vantagem de poder decompôr a acção dos differentes factores que influenciam os resultados. Isto decorre de que a *variance* tem a propriedade notavel de ser additiva, isto é, si uma quantidade  $x$  está sujeita á influencia de varias causas independentes, cada uma dellas contribuindo com uma certa magnitude, a *variance* total dessa quantidade é igual á somma algebrica das *variances* parciaes correspondentes áquellas diversas causas.

Supponhamos, p. ex., que as causas sejam A e B. O valor de qualquer observação de  $x$  será, então:

$$x = \bar{x} + \alpha + \beta + \gamma$$

sendo  $\bar{x}$  a média,  $\alpha$  e  $\beta$  os afastamentos da media, produzidos por A e B e  $\gamma$  o afastamento decorrente do acaso.

Para  $n$  observações, a somma total dos quadrados dos afastamentos da média é:

$$\sum (x - \bar{x})^2$$

$$\text{isto é, } \sum \alpha^2 + \sum \beta^2 + \sum \gamma^2$$

(\*) Expressão que significa o quadro médio do afastamento da média geral.

e dividindo tudo por  $n$ , numero de individuos em exame, temos:

$$\sigma_x^2 = \sigma_\alpha^2 + \sigma_\beta^2 + \sigma_{\bar{x}}^2$$

em que  $\sigma_x^2$  é a *variance* da media.

Em outras palavras, a *variance* total de  $x$  é igual á somma das *variances* decorrentes de causas associadas, mais o erro respectivo. Si, por exemplo, qualquer causa tem efeito importante sobre  $x$ , a sua *variance* será uma grande fracção do total e, si pelo contrario, o efeito fôr pequeno, a *variance* correspondente será uma pequena fracção do total.

A *analyse da variance* é regida, pois, pela lei, segundo a qual, a variação total, observada numa amostra, quando medida em função da differença entre a somma dos quadrados dos afastamentos e a sua media geral, pode ser decomposta em partes, por meio de uma identidade algebrica.

Ponto importante a considerar é a estimativa do erro da *variance*, commum a todas as medias, estimativa essa que é a base da determinação da confiança que merecem os resultados experimentaes.

A estimativa desse erro é dada, em função do erro *standard* e é limitada, entre duas medias quaesquer, á differença de pelo menos duas vezes aquelle erro, o que corresponde a uma approximação de cerca de 5 %, maximo de tolerancia admittida nos resultados experimentaes.

Preliminarmente, podemos considerar que houve quatro modalidades de experimento, entre as quaes ha sómente trez comparações independentes:

- 1 — (testemunha) pedunculo arrancado, sem tratamento.
- 2 — pedunculo arrancado, com borax.
- 3 — pedunculo cortado com a thesoura, sem borax.
- 4 — pedunculo cortado com a thesoura, com borax.

Fazendo  $\bar{x}$  a media geral das observações no quadro I e  $x$  uma observação qualquer, a somma total do quadrado dos afastamentos entre  $x$  e  $\bar{x}$  pode ser expressa por:

$$S = \sum (x - \bar{x})^2$$

Dividindo a expressão acima pelas comparações independentes, tem-se a estimativa da *variance* da população em exame, ou seja:

$$\sigma = \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{mn - 1}$$

e a raiz quadrada desta expressão representa o afastamento *standard*, commum ao experimento.

$S$  pode ser decomposto em  $S_t$  e  $S_e$ , sendo  $S_t$  a variação entre  $n$  medias e  $S_e$  a variação dentro dessas medias.

Algebricamente pode sêr assim representado:

$$S_t = m \sum_1^n (\bar{x} - \bar{x})^2 \quad e$$

$$S_e = \sum_1^n \sum_1^m (x - \bar{x})^2$$

em que a dupla somma mostra que os quadrados dos afastamentos entre  $x$  e a media  $\bar{x}$ , devem ser adicionados, visto como ha  $mn$  observações, dentro das quaes  $mn-1$  comparações independentes. A somma de  $mn$  quadrados da forma  $(x-\bar{x})$  é equivalente a  $mn-1$  quadrados independentes, visto como as comparações independentes entre as medidas dos grupos é  $n-1$ , e dentro delles é  $n(m-1)$ .

Convem notar, entretanto, que não se obtem uma identidade entre as varias sommas dos quadrados da forma  $S = S_t + S_e$ , se não entre a somma das comparações correspondentes ás variações entre e dentro dos grupos, isto é;

$$nm-1 = (n-1) + (m-1) + (m-1)(n-1)$$

sendo a ultima fracção correspondente aos erros do experimento.

A vantagem do emprego do methodo acima, exposto está em que a população em exame, tendo embora diferentes medias (por isso que foi decomposta em grupos) possui, não obstante, a mesma *variance*. Isto constitue verificação conhecida sob o nome de *z test*.

Esta verificação consiste em tomar-se a diferença da metade do logarithmo neperiano correspondente ás *variances* de  $m$  e  $n$ .

Applicando o methodo aqui descripto, em sua forma mais simples, á observação dos resultados referidos no quadro I, podemos dispôr os elementos calculados, do seguinte modo:

QUADRO II

Analyse da variance

	Comp.	$\sum (x-z)^2$	$\sigma^2$	$1/2 \log_e$
	indep.			
Experimentos .....	3	3867.8	1289.3	3.5808
Replicações .....	9	724.0	80.4	2.1935
Erros .....	27	786.2	29.1	1.6854
	—	—		
Somma .....	39	5378.0		



O erro standard será  $\sqrt{\sigma^2} = 5.4$ . Para comparal-o com a media de  $n$  observações, este numero deve ser dividido por  $\sqrt{n}$ . Si se comparam, por exemplo, duas medias quaesquer do quadro I, como 5.6 (pedunculo cortado, com borax) e 19.3 (pedunculo cortado, sem borax), verifica-se que a differença entre ambas (13.7) é vinte e cinco vezes maior do que o erro standard ( $5.4 \div 10 = 0.54$ ), e então podemos escrever:

$$13.7 \pm 0.54$$

O que significa, *decorrer do emprego do borax, o menor ataque pela podridão peduncular.*

Ao mesmo resultado se chega, comparando as medias 4.8 e thesoura foi vantajoso. E' quando se comparam as medias 19.3 e 28.3; 5.6 e 4.8, havendo apenas um caso em que o emprego da 28.3 (sem borax, cortado e arrancado, respectivamente), ou seja:

$$9.0 \pm 0.54$$

Para melhor esclarecimento do assumpto, podemos ampliar o quadro II, apresentando-o como se vê abaixo:

QUADRO III

	Comp. indep.	$\Sigma (x - \bar{x})^2$	$\sigma^2$	1/2 log.
Com borax .....	1	3459.6	3459.6	4.0743
Sem borax .....	1	168.1	168.1	2.5623
Interacção .....	1	240.1	240.1	2.7405
Repetições .....	9	724.	80.4	2.1935
Erros .....	27	786.2	29.1	1.6854
Total .....	39	5378.0		

O valor de  $z = 4.0743 - 1.6854 = 2.3889$  mostra que o erro experimental está muito aquem de 1 %, (com borax).

Applicando o mesmo raciocinio ao experimento sem borax, verifica-se que o valor de  $z = 2.5623 - 1.6854 = 0.8769$  está compreendido entre 5 % e 1 %.

Afim de poder controlar a possivel interacção existente entre o emprego da thesoura e o tratamento com o borax, seria conveniente que, de futuro, o experimento fosse realizado, colhendo-se, de cada arvore, tomada ao acaso, determinado numero de fructos,



que seriam collocados dentro das respectivas caixas, divididas em quatro partes e correspondendo cada divisão a certo numero de fructos, sujeitos a tratamentos differentes.

*Nas condições do experimento, parece fóra de duvida que o menor ataque dos fructos pela podridão peduncular, decorreu sómente do emprego do borax.*

\* \* \*

As considerações acima, relativas ao emprego da analyse estatistica em trabalhos experimentaes, são escriptas com o fim exclusivo de chamar a attenção dos estudiosos para as vantagens de um methodo ainda muito pouco divulgado entre nós, sem o qual a elucidação desses trabalhos não é completa.

E' possivel, talvez mesmo provavel, que o scepticismo de muitos condemne o emprego do instrumento mathematico para esclarecer e interpretar os resultados dos experimentos. Os mais temiveis inimigos da analyse estatistica, chegam até á affirmar que é possivel, usando-a convenientemente, provar-se tudo quanto se quizer. A questão está apenas no *catalogar* os factos e dispô-los da maneira desejada...

Não vemos, porém, como fugir á lógica da apreciação dos phenomenos.

**O Jardim Botânico é um instituto para a sciencia e para o povo.**

